

국내 공항에 적용된 선회접근 절차 설계기준의 비교 분석

Comparative Analysis of Circling Approach Procedure Design Standards Applied to Domestic Airports

장 동 관

극동대학교 항공운항학과

Dong-kwan Jang

Department of Flight Operation, Far East University, Chungcheongbuk-do, 27601, Korea

[요 약]

대부분 국가에서 계기비행 절차는 국제민간항공기구(ICAO)의 DOC 8168, 항행 서비스 및 운항 절차(PANS-OPS) 또는 미국 연방항공청(FAA)의 터미널 절차(TERPS) 중 한 가지 기준을 적용해 설계된다. 특히, 선회접근 절차는 두 기준이 서로 많은 차이를 갖고 있고, 미국 터미널 절차(TERPS)는 2013년 이후에는 고도에 따라 확장된 기준을 적용함으로써 더 복잡해졌다. 선회접근 절차는 착륙을 위해 항공기를 에너지가 낮은 상태에서 지면과 가깝게 기동하는 것을 포함하므로 직진접근 절차보다 더 위험에 노출된다. 본 연구에서는 이들 차이점을 정확하게 알기 위해 선회접근 절차가 국내의 개별 공항에 따라 어떤 기준에 의해 설계되었는지를 구분하고, 선회접근 기동 중 최소장애물 회피를 보장하는 선회접근 구역 범위를 위한 반경을 산출하고, 안전한 선회접근 절차 수행을 위한 방법을 제시한다.

[Abstract]

In most countries, instrument flight procedures are designed by applying one of the following standards: the International Aviation Organization's DOC 8168, Air Navigation Services and Operation Procedures (PANS-OPS), or the US Federal Aviation Administration's TERPS, Terminal Procedures. In particular, the circling approach procedure has many differences between the two standards, and the US terminal procedure (TERPS) has become more complicated since 2013 by applying expanded standards depending on altitude. The circling approach procedures are more risky than straight-in approach procedures because it involves maneuvering the aircraft close to the ground at low energy for landing. In order to accurately understand these differences, this study provides to distinguish by what criteria the circling approach procedure is designed according to individual domestic airports in Korea, to calculate the radius for the range of circling approach areas that guarantee minimum obstacle avoidance during circling approach maneuvers, and to present methods for performing safe circling approach procedures.

Key word : Circling approach, Terminal procedure, Minimum descent altitude, Instrument flight, Approach category.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2024.28.3.272>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 May 2024; Revised 24 June 2024

Accepted (Publication) 27 June 2024 (30 June 2024)

*Corresponding Author; Dong-kwan Jang

Tel: +82-2-2209-3671

E-mail: biscoprop@naver.com

I. 서론

계기비행 절차 설계에 있어 전 세계 각 국가는 두 가지 표준 중 하나를 선택하여 설계하는데, 이 두 가지 표준 중 하나는 국제민간항공기구(ICAO)의 DOC 8168, 항행 서비스 및 운항 절차(PANS-OPS)로 유럽 전역과 전 세계 여러 국가에서 선택하여 사용되고 있다. 또 다른 하나는 미국 연방항공청(FAA)의 Order 8260.3, 터미널 절차(TERPS)로 미국을 포함한 캐나다, 한국, 사우디아라비아 및 대만과 일부 나토(NATO)군 절차에 사용되고 있다. 그런데 선회접근 절차는 ICAO PANS-OPS와 US TERPS의 기준이 많은 차이를 갖는다. 또한, 2013년 5월 2일부터 FAA는 TERPS 8260.3C를 통해 선회접근 중에 항공기를 보호하기 위해 실제 속도에 영향을 미치는 최저강하고도(MDA)를 고려하여 확장된 영역을 포함하는 새로운 선회접근 절차 기준을 적용하고 있다[1]. 따라서 ICAO PANS-OPS, FAA TERPS 8260.3C를 시점으로 한 이전과 이후의 3가지의 설계기준을 혼용하여 사용하는 국내의 상황을 고려한다면 선회접근 절차를 수행하는 조종사들은 반드시 이들 차이점에 대해 알고 있어야 한다.

계기비행 방식으로 비행장에 착륙하기 위한 접근 절차에는 직진접근 (straight-in approach)과 선회접근 (circling approach) 절차가 있다. 직진접근 절차는 비행기가 활주로 중앙선과 30° 이내로 정렬된 절차로 접근은 전형적으로 최종접근픽스(FAF)부터 최종접근경로를 따라 착륙을 위해 항공기가 직진하여 강하할 수 있도록 한다. 직선접근 절차의 장점은 조종사가 활주도에 정렬하기 위해 비행장을 선회해야 하는 선회접근 방식에 비해 시간과 연료를 절약할 수 있고, 지속적으로 안정된 강하 경로를 따르므로 더 안전하다. 반면, 선회접근 절차는 항공기가 활주도에 직접 착륙할 수 없을 때 사용되는 계기접근 유형으로 일반적으로 항공기가 너무 높거나 너무 빨라서 직선으로 접근하지 못하거나 활주도가 항공기의 접근 경로와 정렬되지 않을 때 사용된다. 선회접근은 시각적 비행 기동으로 선회 상황은 활주로 레이아웃, 최종접근경로, 풍속 및 기상 조건과 같은 변수로 인해 다르다. 따라서 모든 상황에서 선회접근 방식을 수행하기 위해 설계된 단일 절차는 있을 수 없다. 선회접근 중에는 항공기가 활주도와 정렬되도록 비행장을 선회해야 하는데 제한된 조건에서 항공기를 에너지가 낮은 상태에서 지면과 가깝게 기동하는 것을 포함하므로 위험에 더 노출될 수 있다.

국제 비행안전재단 (Flight Safety Foundation)에 따르면 직진 접근이 선회접근보다 25배 더 안전하다는 놀라운 통계가 있고, 미국 교통안전위원회(NTSB)에 따르면 2008년부터 2023년까지 선회접근 비행 중 일반항공(Part 91)과 상업용 항공(Part 135) 운항에 관련된 10건의 대형 사고가 발생한 것으로 확인됐다 [2],[3]. 특히, 국내의 김해(RKPK) 비행장에서 발생한 2002년도 B762 사고도 선회접근 절차에 대한 잘못된 인식과 절차 수행의 오류에서 기인하였다고 밝히고 있다[4].

국내의 계기비행을 위한 대부분 교육 교재들은 선회접근 절

차에 대하여 고도에 따라 확장된 TERPS 8260.3C 이전의 US TERPS의 기준만을 다루고 있다. 이에 본 연구에서는 국내의 개별 공항들의 선회접근 절차가 PANS-OPS, 또는 2013년을 기점으로 한 TERPS 8260.3C의 이전과 이후의 기준 중 어느 기준에 의해 설계되었는지를 구분하고, 이들 3가지 기준의 차이가 무엇인지를 알기 위해 가장 기본적인 선회접근 기동 중 최소장애물 회피(MOC)를 보장하는 선회접근 구역 범위를 산출하는 방법을 제시하고, 산출된 값을 서로 비교 분석하여 쉽게 구별할 수 있도록 시각적인 도형으로 구현하여 비교하고자 한다. 또한 이를 토대로 국내의 여건에서 선회접근 절차를 수행할 때 안전을 확보하기 위한 요소와 방법을 제시하고자 한다.

II. 선회접근 절차의 비교 분석

2.1 접근등급의 분류

항공기 접근등급 (approach category)은 항공기의 접근속도를 기반으로 그룹화하는데 사용되는 분류체계로 접근속도는 최대 인가 착륙중량, 실속속도 (stall speed) 등의 요인에 의해 결정되는데, ICAO PANS-OPS와 US TERPS는 접근등급을 분류하는 기준이 서로 다르다. PANS-OPS의 기준은 활주로 시단 (threshold)에서의 지시대기속도(IAS)를 기준으로 항공기 접근 등급을 분류하는데, 이는 실속속도(V_{SO})에 1.3을 곱한 것과 같거나, 중력가속도 1G 상태에서의 실속속도(V_{SIG})에 1.23을 곱한 것과 같다[5]. 반면, US TERPS의 시스템은 참고 속도 (V_{REF})에서의 속도 또는 최대 인증 착륙중량의 실속속도(V_{SO})에 1.3 배를 기준으로 항공기 접근 등급을 분류한다[6].

두 가지 시스템 모두 A, B, C, D, E의 5개의 등급으로 나뉘지는데, A등급은 가장 느리고 E등급은 가장 빠르다. 두 시스템 모두 각 등급에 따라서 유사한 속도 범위를 갖지만, 선회접근 절차의 기동 속도 및 해당 보호 구역 요구사항에는 차이가 있다. 진대기속도(TAS)의 계산은 ICAO PANS-OPS의 경우 항공기 고도와 시각적 선회기동 (circling maneuver)을 위한 지시대기 속도를 기반으로 하고, US TERPS의 경우 접근 등급에 적합한 항공기 고도 및 활주로 시단에서의 지시대기속도를 기반으로 한다.

표 1. 항공기 접근 카테고리; PANS-OPS와 TERPS 비교
Table 1. Aircraft approach category; PANS-OPS and US TERPS.

Approach Category	Approach Speed (IAS)
A	less than 91kts
B	91 kts or more but less than 121 kts
C	121 kts or more but less than 141 kts
D	141 kts or more but less than 165 kts
E	166 kts or more (but less than 211 kts)*

* For ICAO PANS-OPS

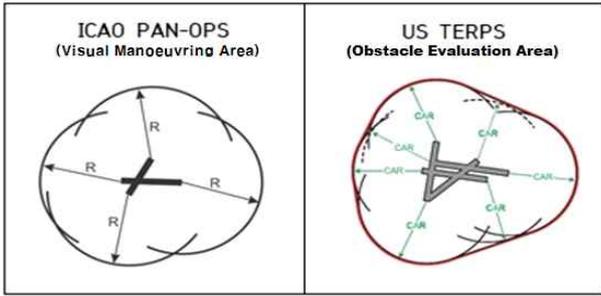


그림 1. 선회접근 구역
Fig. 1. Circling approach area.

2.2 선회접근 구역

선회접근 구역 (circling approach area)은 각 활주로 시단으로부터 산출된 원호의 접선을 연결한 구역으로 정의되며, 조종사가 시각적으로 활주로를 찾아 착륙할 수 있는 안전한 공간을 말한다. 비행기의 접근속도가 빠를수록, 접근등급이 높을수록 호(arc)의 반경은 커지므로 선회접근 구역도 넓어진다. 그림 1과 같이 이 구역을 ICAO PANS-OPS는 시각적 기동 구역으로, US TERPS는 장애물 평가 구역으로 명시하고 있다[5],[7].

선회접근 구역 내에서 최소장애물 회피는 선회접근 도중 장애물을 회피하는데 필요한 최소 고도와 간격을 제시한다. 이는 선회기동 영역에서 운항하는 항공기와 지면, 건물 또는 타워 등 장애물과의 안전한 거리를 보장하기 위한 것이다. 표 2와 같이 ICAO PANS-OPS의 기준은 항공기 접근등급에 따라 295ft에서 492ft의 증가하는 다양한 최소장애물 회피 거리를 적용하고, US TERPS는 등급에 상관없이 모두 300ft를 적용한다. 이는 어떠한 선회접근 방식이든지 선회접근 구역 내에서 최저강하고도 이상을 유지하면 최소장애물 회피 고도 이상의 지형과 장애물로부터 충돌회피를 보장받고 안전하게 보호됨을 의미한다.

2.3 선회접근 구역의 산출

선회접근 구역의 크기를 결정하는 요소는 일반적으로 비행장의 표고(field elevation), 기동 속도, 그리고 항공기의 성능 등에 따라 달라진다. US TERPS에 따르면 지시대기속도를 진대기속도로 환산하고 선회반경(r)을 구한 후 선회접근 구역의 반경(R)을 구한다.

표 2. 최소장애물 회피 고도
Table 2. Minimum obstacle clearance (MOC).

Approach Category	ICAO PANS-OPS	US TERPS
A	295 ft	300 ft
B	295 ft	300 ft
C	394 ft	300 ft
D	394 ft	300 ft
E	492 ft	300 ft

지시대기속도를 진대기속도로 환산하는 공식은 다음 식(1)과 같다.

$$V_{KTAS} = \frac{V_{KIAS} \times 171,233 \sqrt{303 - 0.00198(alt + k)}}{(288 - 0.00198 \times (alt + k))^{2.628}} \quad (1)$$

여기서,

V_{KTAS} : 진대기속도

V_{KIAS} : 지시대기속도

alt : 공항 표고(MSL)

k : 공항 표고로부터 높이(최소 1000피트)

식(1)에서 산출한 진대기속도, 25kts의 바람 요소 (wind factor)와 선회 경사각을 적용하여 식(2)과 같이 기동 항공기의 선회반경(r)을 구한다.

$$r = \frac{(V_{KTAS} + 25)^2}{\tan(bank \angle) \times 68,625.4} \quad (2)$$

여기서,

r : 기동 항공기의 선회반경

$bank \angle$: 선회 경사각

식(2)에서 구한 선회반경(r)에 2배를 하고, 직진세그먼트 길이(S)를 합산하여 식(3)과 같이 선회접근 구역의 반경(R)을 구한다.

$$R = 2r + s = 2 \frac{(V_{KTAS} + 25)^2}{\tan(bank \angle) \times 68,625.4} + S \quad (3)$$

여기서,

R : 선회접근 구역의 반경

S : 직진 세그먼트 길이(NM)

최종적으로 선회접근 구역의 반경(R)을 산출하기 위한 데이터들은 접근 등급별 기동속도(V_{KIAS}), 선회경사각($bank \angle$)과 직진 세그먼트 길이(S)인데, PANS-OPS와 TERPS로 구분하여 정리하면 표 3과 같다.

이들 적용된 데이터들을 분석하면 선회경사각은 PANS-OPS에서는 접근등급에 무관하게 20°로 같지만, TERPS는 20~25°사이로 등급에 따라 차이가 있다. 기동속도는 PANS-OPS가 TERPS 보다 10~40 kts 더 큰 값이 적용되고, 직진 세그먼트 길이는 0.3~0.7 nm 사이로 A등급을 제외하고 모두 똑같이 적용되었다. 따라서 위 식에 이들 데이터값을 적용하면 최종적으로 선회접근 구역의 반경(R)이 산출된다.

표 3. 선회경사각, 기동속도와 직진 세그먼트 길이.

Table 3. Bank angle & maneuvering speed and straight segment length.

App. CAT	Bank Angle		Maneuvering Speed (IAS)		Straight Segment Length (S)	
	PANS-OPS	TERPS	PANS-OPS	TERPS	PANS-OPS	TERPS
A	20	25	100	90	0.3	0.4
B	20	25	135	120	0.4	0.4
C	20	20	180	145	0.5	0.5
D	20	20	205	165	0.6	0.6
E	20	22	240	200	0.7	0.7

표 4. 선회접근 구역의 범위

Table 4. Criteria for circling approach areas.

App. Cat.	ICAO PANS-OPS (1)	Standard (2)	US TERPS					
			US TERPS 8260.3C					
			1,000 or less (3)	1,001 3,000 (4)	3001 5000 (5)	5001 7000 (6)	7001 9000 (7)	9001 and above (8)
A	1.68	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
B	2.66	1.5	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1
C	4.2	1.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3
D	5.28	2.3	3.6	3.7	3.8	4.0	4.2	4.4
E	6.94	4.5	4.5	4.6	4.8	5.0	5.3	5.5

ICAO PANS-OPS는 접근 등급에 따라 고도의 구분이 없이 한 종류의 선회접근 구역의 반경(R)을 적용한다. 미국 FAA 기준도 고도의 구분이 없이 한 종류의 기준을 적용하다가 2013년 5월 2일부터 FAA는 TERPS 8260.3C를 통해 선회접근 중에 항공기를 보호하기 위해 실제 속도에 영향을 미치는 최저강하고도를 고려하여 확장된 영역을 포함하는 새로운 선회접근 절차 기준을 적용하고 있다. 이것은 평균해면고도(MSL)로 환산한 최저강하고도를 6개 구간으로 나눔으로써 강화된 장애물 회피를 위한 기준을 제공하기 위해서이다. 이는 같은 지시대기속도를 유지해도 고도가 올라가면 진대기속도가 증가하여 선회반경이 증가하기 때문이다.

표 4에서 제1열은 ICAO PANS-OPS의 단일 기준이므로 접근등급에 따라 1.68~6.94nm 범위를 갖는다. 제2열은 2013년 TERPS 8260.3C 이전의 단일 기준으로 1.5~4.5 nm의 범위를 갖는다. 제3~8열은 2012년 TERPS 8260.3C 이후 최저강하고도를 고려한 기준으로 1.5~5.5 nm 범위의 다양한 기준을 가지고 있다.

2.4 선회접근 구역의 비교 분석

그림 2는 2013년 5월 2일부터 FAA는 TERPS 8260.3C 이전의 표준과 이후의 확장된 기준의 시각적 차이를 보여주기 위해 비교한 그림으로 각각의 거리는 활주로 시단으로부터 거리를

나타낸다. 접근등급 A와 E는 각각 1.3 nm, 4.5 nm로 서로 같지만, B는 1.5 nm에서 1.7 nm로, C는 1.7 nm에서 2.7 nm로, D는 2.3 nm에서 3.6 nm로 확장되었다. 따라서 접근 등급 C에서는 1 nm 차이가 나지만 다른 등급에서는 같거나 차이가 거의 없음을 보여주고 있다.

그림 3은 ICAO PANS-OPS와 2013년 TERPS 8260.3C 이후의 확장된 기준 중에서 최저강하고도 1,000 ft 이하의 선회구역 반경을 비교한 그림이다. 접근등급 A는 0.38 nm, B는 0.96 nm, C는 1.5 nm, D는 1.68 nm, E는 2.44 nm 차이만큼 PANS-OPS가 TERPS보다 선회구역반경이 훨씬 더 큰 것을 알 수 있다. 이러한 차이를 갖는 이유는 PANS-OPS가 TERPS보다 선회 중 기동속도는 더 크고 선회 경사각은 더 작기 때문이다.

이러한 차이로 인해 PANS-OPS 기준을 적용하여 산출된 선회영역 내의 장애물은 TERPS의 기준을 적용하여 산출된 선회영역 밖에 장애물이 존재할 수 있음을 나타낸다. 따라서 장애물 회피를 위한 영역을 벗어나므로써 장애물로부터 위험에 노출될 수가 있음을 의미한다. 또한, TERPS에서 선회영역을 산출하는 선회각이 PANS-OPS보다 접근등급에 따라서는 더 크게 적용되어 계산되는데, 만일 뱅크각의 증가를 인식하지 못하는 조종사는 특정 상황에서 증가된 선회반경으로 인해 선회영역 밖으로 벗어날 수 있음을 알아야 한다.

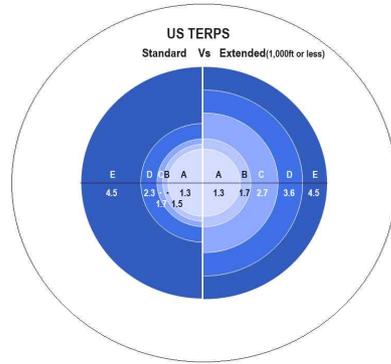


그림 2. 선회구역의 비교(TERPS 표준 대 확장)

Fig. 2. Comparison of circling area (TERPS standard vs extended)

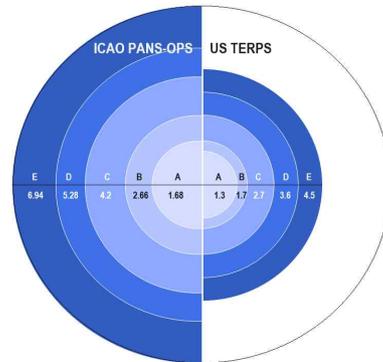


그림 3. 선회구역의 비교(ICAO PANS-OPS 대 TERPS 확장)

Fig. 3. Comparison of circling area (ICAO PANS-OPS vs TERPS extended)

표 5. 장애물 회피 구역에서 최소 시정치

Table 5. Minimum visibility at OCA.

Approach Category	ICAO PANS-OPS	US TERPS
A	1.9 km	1.6 km
B	2.8 km	1.6 km
C	3.7 km	2.4 km
D	4.6 km	3.2 km
E	6.5 km	3.2 km

2.5 최소시정치의 비교

선회접근은 시각적 접근이기 때문에 조종사가 착륙을 위해 비행장의 활주로를 볼 수 있기 위해서 충분한 가시성이 필요하다. 따라서 선회접근에서 최소시정치의 요구조건은 중요한 요소의 하나이다. PANS-OPS와 US TERPS 모두 가장 낮은 장애물 회피 고도(OCA)에서 조종사가 선회접근 여부를 결정할 수 있는 기준으로 최소시정치 미만에서는 선회접근이 금지된다.

표 5는 각 접근 카테고리 별로 최소 시정치를 보여주는데, PANS-OPS가 US TERPS보다 최소 시정치는 접근 등급 A는 0.3 km, B등급은 1.2 km, C등급은 1.3 km, D등급은 1.4 km, E등급은 3.3 km 더 높게 규정되어 있다. 따라서 선회접근을 위한 최소 시정치는 PANS-OPS가 TERPS 보다 등급에 따라 0.3~3.3 km 더 크게 설정되어 있음을 알 수 있다.

2.6 선회접근 절차 차트의 비교

조종사는 비행정보간행물(AIP)이나 상업용 Jeppesen 차트를 이용해 계기비행접근 절차를 수행하는데 PANS-OPS와 TERPS 기준에 따라 표기상의 차이가 있고, 선회접근 절차도 마찬가지로 구별이 필요하다.

그림 4는 AIP와 Jeppesen 차트의 최소값 테이블 (minimum table)을 보여주는데 **C** 또는 **G** 기호가 있으면 최저강하고도에 따라 선회구역을 달리 적용하는 2013년 TERPS 8260.3C 이후의 확장된 개념이 적용되고, 기호가 없으면 이전의 단일 기준

CATEGORY	A	B	C	D
S-LOC 36L	400/24 388(400 - 1/2)	400/35 388(400 - 5/8)	400/35 388(400 - 5/8)	400/35 388(400 - 5/8)
ALS INOP	400/55 388(400 - 1)	400/60 388(400 - 1 1/8)	400/60 388(400 - 1 1/8)	400/60 388(400 - 1 1/8)
C CIRCLING	520-1 507(600 - 1)	580-1 567(600 - 1)	1 360 - 3 1 347(1 400 - 3)	1 700 - 3 1 687(1 700 - 3)

Change : Withdrawal of symbol for glide slope.

OFFICE OF CIVIL AVIATION AIP AMDT 12/23

TERPS	STRAIGHT-IN LANDING RWY36R	CEILING REQUIRED	CIRCLING TO LAND
	MDA(H) 420' (413')		Not Authorized East of Rwy 18/36
	CEIL-VIS	ALS out	Max RVR
A	500' - RVR 24 or 1/2	500' - RVR 55 or 1	90 520' (507')
B			120 580' (567')
C	500' - RVR 40 or 1/4	500' - RVR 60 or 1/8	140 1360' (1347')
D			165 1700' (1687')

CHANGES: Reindex, missed approach, procedure name, bearings, holdings. © JEPPESEN, 2017. 2023. ALL RIGHTS RESERVED.

그림 4. 선회접근 차트의 비교

Fig. 4. Comparison of circling approach chart.

표 6. 국내 공항의 계기비행 절차의 설계 표준

Table 6. Design standards for instrument approach procedures in domestic airports.

ICAO PANS-OPS		US TERPS		
Airport	No.	Airport	No.	Remarks
RKTN(양양)	4	RKSM(서울)	9	TERPS 8260.3C의 이전 기준 적용
RKPD(정석)	3	RKTU(청주)	4	
RKPC(제주)	4	RKJJ(광주)	13	
RKSS(김포)	0	RKPK(김해)	10	
RKJB(무안)	0	RKTN(대구)	5	TERPS 8260.3C의 이후 기준 적용
RKJY(여수)	0	RKPS(사천)	10	
RKPU(울산)	0	RKNW(원주)	3	
RKTL(울진)	0	RKTH(포항)	5	
RKSI(인천)	0			

이 적용됨을 식별할 수 있다[6],[8].

2.7 국내 선회접근 절차의 적용기준의 비교

국내의 계기비행접근 절차 설계가 민간 비행장들은 ICAO PANS-OPS를 기준으로 설계되고, 군용 비행장들은 US TERPS를 기준으로 설계된다. 따라서 선회접근 절차에 대한 설계도 이 기준에 따라 수립된다. 표 6은 국내 비행장들의 계기접근 절차와 선회접근 절차의 설계기준의 적용에 대한 비교를 보여준다 [9].

RKSS(김포), RKJB(무안), RKJY(여수), RKPU(울산), RKTL(울진)과 RKSI(인천) 비행장들의 계기접근절차는 ICAO PANS-OPS의 기준을 따라 설계되는데, 설정된 선회접근 절차는 존재하지 않는다.

RKTN(양양), RKPD(정석)과 RKPC(제주) 비행장들의 선회 접근 절차는 ICAO PANS-OPS의 표 4의 제1열과 같이 단일 기준으로 수립이 되었다. 따라서 이들 비행장에 선회접근 절차를 수행하는 경우 접근 카테고리(A~E)에 따라 각 활주로 시단으로부터 각각 1.68, 2.66, 4.2, 5.28과 6.94 nm 이내에서 최저강하고도 이상으로 기동이 이루어져야 장애물 회피를 보장받을 수 있다.

RKSM(서울)과 RKTU(청주) 비행장은 2003년 US TERPS 8260.3C 기준 이전의 표 4의 제2열과 같이 단일 표준절차를 기준으로 수립이 되었다. 따라서 이들 비행장에 선회접근 절차를 수행하는 경우 접근 카테고리(A~E)에 따라 각 활주로 시단으로부터 1.3, 1.5, 1.7, 2.3과 4.5 nm 이내에서 최저강하고도 이상으로 기동이 이루어져야 장애물 회피를 보장받을 수 있다.

RKJJ(광주), RKPK(김해), RKTN(대구), RKPS(사천), RKNW(원주)와 RKTH(포항) 비행장들은 최저강하고도에 따라 선회구역을 달리 적용하는 2013년 TERPS 8260.3C 이후의 확장된 기준으로 설계되었다. 이들 5개 공항의 모든 접근 등급에서 최저강하고도는 3,000 ft MSL 이하로 확인되어 표 4의 제3열과 제4열과 같다. 따라서 최저강하고도가 1,000 ft MSL 이하

인 비행장에서 선회접근 절차를 수행하는 경우 접근 카테고리 (A~E)에 따라 각 활주로 시단으로부터 1.3, 1.7, 2.3, 3.6과 4.5 nm 이내에서 최저강하고도 이상으로 기동이 이루어져야 장애물 회피를 보장받을 수 있다. 또한 최저강하고도가 1,001~3,000 ft MSL 범위라면 A등급은 활주로 시단으로부터 1.3nm로 같고 B~E등급에서는 0.1 nm이 더 큼을 보여준다.

III. 결 론

국내의 계기비행 절차 설계의 기준은 국제민간항공기구 (ICAO)의 PANS-OPS와 미국 연방항공청(FAA)의 TERPS에 의해 비행장마다 다르게 적용되어 혼돈을 준다. 특히 선회접근 절차는 TERPS의 경우에는 2013년 5월에 TERPS 8260.3C 기준의 도입으로 최저강하고도에 따라 확장된 개념을 적용해 더 복잡하다. 본문에서 운항에 관련된 종사자들이 이러한 상황을 정확하게 인식할 수 있도록 선회접근 절차를 수행하는데 최저강하고도 이상에서 장애물로부터 안전을 보장하는 선회접근 구역의 차이를 비교 분석하였다.

국내의 많은 비행장 중에 선회접근 절차가 있는 RKPC(제주)를 포함한 3개의 비행장은 ICAO PANS-OPS 기준에 따라 설계되고, RKSM(서울)과 RKTU(청주) 비행장은 2013년도 TERPS 8260.3C 이전 기준에 따라 설계되고, RKJJ(광주) 비행장을 포함한 6개의 비행장은 최저강하고도를 고려하여 확장된 영역을 포함하는 TERPS 8260.3C 이후 기준에 따라 설계가 되었다. US TERPS 기준에 의해 설계된 군용 비행장에서는 ICAO PANS-OPS 기준에 설계된 민간 비행장보다 장애물 회피를 보장할 수 있는 선회접근을 위한 기동구역이 더 좁다. 따라서 선회접근 절차를 수행해야 한다면 비행장에 따라 다르게 적용되는 설계기준을 이해하고 선회접근을 위한 시각적 기동구역을 벗어나지 않도록 기동하고 정확한 제원과 절차를 따라야 함을 주지해야 한다.

Reference

- [1] Skybray Aviation Safety, Circling approach - difference between ICAO PANS-OPS and US TERPS, [Internet]. Available: <https://skybrary.aero/articles/circling-approach-difference-between-icao-pans-ops-and-us-terps>
- [2] C. Shieff, Circling: Why is it so dangerous?, [Internet]. Available: <https://ops.group/blog/circling-why-is-it-so-dangerous>
- [3] The National Transportation Safety Board, Circling approaches: Know the risks (NTSB Safety Alert SA-084), USA, 2023, Retrieved from <https://www.ntsb.gov/Advocacy/safety-alerts/Documents/SA-084.pdf>
- [4] Skybray Aviation Safety, B762, vicinity Busan Korea, 2002, [Internet]. Available: <https://skybrary.aero/accidents-and-incidents/b762-vicinity-busan-korea-2002>
- [5] International Civil Aviation Organization, Aircraft operations, Vol II-Construction of visual and instrument flight procedures (ICAO DOC 8168, PANS-OPS), 2014. Retrieved from <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5801.pdf>
- [6] Federal Aviation Administration, Aeronautical information manual, USA, 2024. Retrieved from https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html
- [7] Federal Aviation Administration, United States standard for terminal instrument procedures (FAA Order 8260.3D), US A, 2018. Retrieved from https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/Order_8260.3D_vs3.pdf
- [8] Jeppesen Sanderson Inc., Introduction to Jeppesen navigation charts, USA, 2019. Retrieved from <https://ww2.jeppesen.com/wp-content/uploads/2019/05/Introduction-to-Jeppesen-Navigation-Charts.pdf>
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Aeronautical information publication, Part 'AD', ROK, 2024. Retrieved from <https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2024-06-12-AIRAC/html/index-en-GB.html?ver=20240530>



장 동 관 (Dong-Kwan Jang)

1985년 2월 : 한국항공대학교 항공운항학과 (이학사)
 2003년 2월 : 연세대학교 공학대학원 기계공학 전공 (공학석사)
 1999년 6월 ~ 2023년 2월 한국항공대학교 조종실기 교수
 2004년 4월 ~ 현재 국토교통부 항공종사자 자격증명 시험위원
 2023년 3월 ~ 현재 극동대학교 항공운항학과 교수
 ※ 관심분야 : 항공운항, 계기비행, 공중항법, 성능기반항행